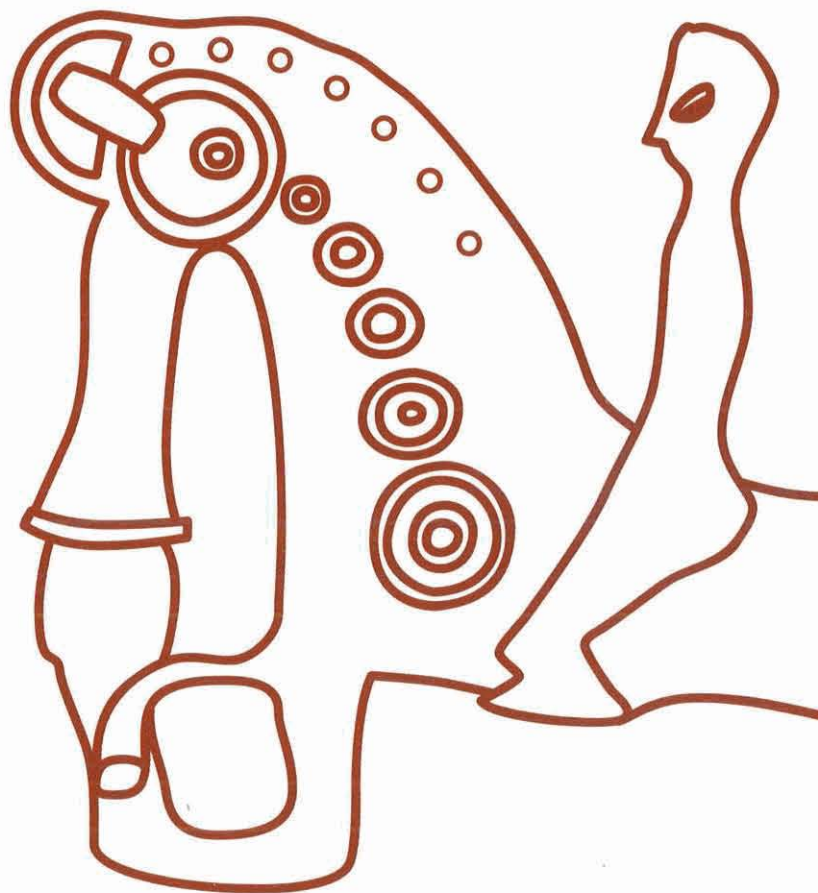


BOLLETTIN


Asociación Española
de Amigos de la Arqueología

Homenaje a
D. Manuel Santonja Alonso



nº **46**
2010-2011



Presidente D. Manuel Santonja Alonso (1918-2010), *in memoriam*

Manuel Bendala Galán 9

MANUEL SANTONJA ALONSO (1918-2010). PINCELADAS BIOGRÁFICAS

Manuel Santonja, Gonzalo Santonja y Rafael Santonja 11

YACIMIENTO ACHELENSE DE PUENTE PINO: ESTADO DE LAS INVESTIGACIONES EN 2010

Juan Rodríguez Templeque, Alfredo Pérez-González, Manuel Santonja y Blanca Ruiz 17

CERÁMICA Y SIMBOLISMO. POSIBLES INTERPRETACIONES DE ALGUNAS CERÁMICAS

PENINSULARES DEL NEOLÍTICO ANTIGUO

Isabel Rubio de Miguel 31

COMBUSTIBLE Y PRIMERA METALURGIA: UN ESTADO DE LA CUESTIÓN

M^a. I. Martínez Navarrete y Juan Manuel Vicent García 53

ENTERRAMIENTOS MÚLTIPLES EN UN YACIMIENTO CON RECINTOS DE FOSOS: UN EJEMPLO EN

TERRITORIO MADRILEÑO

Patricia Ríos Mendoza y Concepción Blasco Bosqued 67

LA METALURGIA COGOTAS I, ENTRE LA TRADICIÓN Y LA MODERNIDAD. APUNTES SOBRE DOS

MOLDES DE FUNDICIÓN HALLADOS EN LA PROVINCIA DE VALLADOLID

Germán Delibes de Castro, Julio Fernández Manzano y Jose Ignacio Herrán Martínez 85

LINGOTES PLANO-CONVEXOS DE COBRE EN LA PRIMERA MITAD DEL I MILENIO AC EN LA PENÍNSULA

Ignacio Montero Ruiz, Marta Santos, M.Carme Rovira Hortalá, Martina Renzi,

Mercedes Murullo-Barroso Mark Hunt, Marc Gener y Pere Castanyer 99

FUNCIONALIDAD Y SISTEMAS DE SUJECCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS FÉRREAS DEL CASTRO DE

LAS COGOTAS (CARDEÑOSA, ÁVILA)

Magdalena Barril Vicente 121

NEUA ESCULTURA DE VERRACO VETTÓN EN EL ÁREA GEOGRÁFICA DE LA CUENCA DEL TAJO

Gregorio Ramón Manglano Valcárcel 139

Lingotes plano-convexos de cobre en la primera mitad del I milenio ac en la península ibérica

Ignacio Montero-Ruiz¹

M. Carme Rovira Hortalà²

Martina Renzi¹

Mercedes Murillo-Barroso¹

Mark Hunt³

Marc Gener¹

Pere Castanyer⁴

(1) Instituto de Historia, CCHS-CSIC

(2) Museu d'Arqueologia de Catalunya-Barcelona

(3) Departamento de Prehistoria y Arqueología Facultad de Geografía e Historia - Universidad de Sevilla

(4) Museu d'Arqueologia de Catalunya-Empúries

99

Los lingotes de cobre de tipología plano-convexa del Bronce Final en la Península Ibérica presentan unas características morfológicas (pesos y medidas) que los distinguen de los patrones contemporáneos existentes en el Mediterráneo Oriental. Basándose en sus características y en los datos composicionales, se busca una explicación a esta singularidad, relacionándola con la tecnología y la producción metalúrgica peninsular, con los modelos de intercambio y el papel de la influencia fenicia.

LATE BRONZE AGE COPPER PLANO-CONVEX INGOTS FROM THE IBERIAN PENINSULA PRESENT SOME MORPHOMETRICAL CHARACTERISTICS (SIZE AND WEIGHT) THAT MAKE THEM STANDING OUT AMONG THE CONTEMPORARY PATTERNS FROM THE WESTERN MEDITERRANEAN. ON THE BASIS OF THE STUDY OF THE CHARACTERISTICS AND ELEMENTAL COMPOSITION OF THESE INGOTS, THIS ARTICLE OFFERS A POSSIBLE EXPLANATION FOR THIS SINGULARITY, RELATING THEM WITH THE LOCAL METALLURGICAL TECHNOLOGY AND PRODUCTION, EXCHANGE PATTERNS AND THE ROLE OF THE PHOENICIAN INFLUENCE.

INTRODUCCIÓN

El lingote es una masa metálica destinada a ser usada en el intercambio del metal como materia prima y en su fundición para la elaboración de objetos; se trata, pues, de un producto intermedio dentro de la cadena productiva. Su función como unidad de medida metálica podría servirnos para definir la intencionalidad de su formación y distinguirlo de elementos metálicos informes. Así, hablamos de gotas o restos de fundición cuando las cantidades de metal son muy pequeñas. En otras ocasiones el peso del metal en bruto puede llegar a varias decenas de gramos, pero su

aspecto amorfo aconseja no emplear el término lingote en la clasificación de ese elemento. Este sería el caso de piezas como el resto de fundición de bronce del depósito de Las Lunas (Yuncler, Toledo), cuya forma irregular a pesar de contar con un peso de 97,1 g (Urbina y García Vuelta, 2009, 183) no encajaría en el concepto clásico de lingote, o el resto de fundición, también de bronce, del depósito de Freixanda (Ourem, Portugal) con 173 gr de peso (Vilaça, 2007; Gutiérrez Neira, e.p.) (Fig. 1). Es decir, el lingote surge en el momento en el que el intercambio de materias primas (ya sea mercantil o de reciprocidad) se

da con tal intensidad que se hace necesario medir cuantitativamente el volumen de metal intercambiado, algo que no es posible con el intercambio de minerales.

Podríamos añadir a la definición de lingote un segundo elemento valorativo como es la función de reserva o acumulación de materia prima bajo una determinada forma destinada a su fundición para la elaboración de objetos y que permite optimizar el transporte del metal, pues la totalidad de la carga es materia útil, algo que no ocurre por ejemplo en el caso del acarreo de mineral.

Esta necesidad de transporte lleva a buscar formas de acumulación del metal que irán cambiando a lo largo del tiempo. Aceptar esta estrategia implica indirectamente un cambio cuantitativo en la demanda de metal y cualitativo en la especialización de la metalurgia. Se transporta mayor cantidad y con menor volumen si se emplea un lingote en vez de mineral. Por otra parte, el trabajo con el metal bruto difiere del que se realiza en las fases extractiva y de reducción previas. La aparición del lingote permite separar espacialmente esas dos actividades. El artesano puede especializarse en la manufactura de objetos, sin necesidad de mantener relación con el minero.

En consecuencia la aparición del lingote de metal implica cambios en la producción metalúrgica; el tamaño y forma de los lingotes permiten valorar cambios en la demanda y en la escala productiva. Pero también la circulación de lingotes tiene implicaciones tecnológicas, especialmente en el modo en que se realizan las aleaciones, y especialmente del bronce (cobre y estaño). La cantidad de metal acumulado en un lingote sirve también como un indicador de las capacidades tecnológicas de fundición, ya que el manejo de un mayor volumen requiere instalaciones y equipamiento adaptado.

Finalmente habría que distinguir entre la acumulación de metal como elemento de valor, del lingote metalúrgico destinado a su fundición. En el debate sobre las formas premonetales encontramos todos los elementos de la discusión a la hora de poder asimilar ciertos tipos de objetos con esta función, y en algunos casos se considera lingote a

determinados tipos de objetos. Un caso frecuente en la Península Ibérica son las hachas, de diversa tipología, o los torques-lingote en la Europa Central. En este artículo, sin embargo, dejaremos al margen esta delicada cuestión.

Valorar el papel del lingote en la metalurgia prehistórica cuenta con un inconveniente crucial: el destino natural de un lingote es su uso y por tanto su desaparición física. Identificar lingotes en el registro arqueológico depende de circunstancias particulares como es su presencia en pecios o en depósitos. Si se recuperan piezas completas podremos definir los parámetros físicos de los lingotes. Cuando los contextos se vinculan a poblados o talleres, reconocemos como lingotes fragmentos de mayor o menor tamaño, pero muy excepcionalmente piezas completas. En estas circunstancias de fragmentación es difícil discernir entre lo que es verdaderamente un lingote primario de una masa metálica subproducto de actividades de fundición o reciclado en el taller, pero que no está destinada a su transporte. En este sentido dejaremos también al margen elementos como las barritas-lingote o los lingotes-hacha que tienen un carácter de preparación y consumo vinculado al propio taller de producción.

No pretendemos una recopilación exhaustiva de la información, sino mostrar como esta presencia de lingotes es un signo del cambio que se produce en la trayectoria de la tecnología metalúrgica en este periodo. La información que manejamos, en ocasiones incompleta, es básicamente la recopilada a lo largo de tres décadas por el Proyecto de Arqueometalurgia de la Península Ibérica.

LINGOTES COMPLETOS DEL BRONCE FINAL

Hace algunos años Gómez Ramos (1993) realizó una síntesis de los lingotes conocidos en la Península Ibérica. De ese trabajo nos interesa rescatar las medidas y pesos de los ejemplares completos publicados, ya que otra serie de piezas que se enumeran son de dudosa interpretación, tanto por su forma como por la poca información contextual con la que se cuenta.

Hallazgo	Peso(g)	Diámetro(cm)	Cu (%)	Impurezas (%)
Quinta do Erdeval	3805	16/17	98,4	0,10 Sb
Fonte Velha (212)	1400			
Fonte Velha (214)	1280			
La Sabina	1670	14	98,6	

Tabla 1. Lingotes plano-convexos completos recopilados por Gómez Ramos (1993).

Estos lingotes plano-convexos enteros suelen superar el kilo de peso, destacando el de Quinta de Erdeval, próximo a los 4 kg. Las piezas completas estaban acompañadas en algunos casos por fragmentos de diverso tamaño y peso. Así, en Quinta do Erdeval había otros 22 fragmentos de lingote, de los cuales 2 superaban el kilo de peso y otros 4 los 500 g.

Al parecer, uno de los lingotes de Quinta da Fonte Velha (por el peso debe corresponder con el nº 214) fue identificado en el Museo de Etnología de Porto según señalan Comendador y Bettencourt (e.p.) con la asignación errónea de Santo Ovidio.

A este listado inicial hay que añadir las piezas recuperadas en Menorca. Se trata en primer lugar de un conjunto de siete lingotes en forma de pan del yacimiento de Aljubs (Fig. 2) que podrían tener

una cronología del Proto-Talayótico (Montero Ruiz *et al.*, 2005). Además en la isla se descubrieron en Son Gorneset otros dos ejemplares de tipología similar, publicados inicialmente por Cartailhac (1892, 67) (Gómez Ramos, 1993, 89; Montero Ruiz *et al.*, 2005, 297) y el lingote de Son Mercer de Baix, quizás de cronología algo más antigua y medidas algo inferiores a los de Aljubs. Completan la serie de lingotes de Menorca dos ejemplares plano-convexos de Es Banyuls (Delibes y Fernández-Miranda, 1988, 151).

Los lingotes en forma de pan presentan unos tamaños y pesos más reducidos que los plano-convexos, oscilando entre los 100 y 300 g, y los analizados indican que son de cobre sin alear, excepto en dos casos en los que las cantidades de plomo son superiores al 3% y serían cobres plomados. Conviene destacar que en ningún caso llevan estaño.

Inventario	Análisis	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Grosor (mm)	Peso (g)
ALJ-01/08	PA5646	56	43	20	189,5
ALJ-01/12	PA5647	55	42	19	156,2
ALJ-01/15	PA5648	82	42	21	283,4
ALJ-01/16	PA5649	68	37	19	185,5
ALJ-01/18	PA5650	56	37	20	151,7
ALJ-01/19	PA5651	53	38	20	125,2
ALJ-01/33	PA5652	76	38	23	247,1
SMB		65	32	17	~100

Tabla 2. Medidas de los lingotes procedentes de Els Aljubs, Ciutadella (según Montero Ruiz *et al.* 2005) y Son Mercer de Baix (a partir del dibujo de Rita, 1982, L2).

Por último debemos mencionar tres lingotes de Alcanar III (Fig. 3) que corresponden a un reciente hallazgo fortuito efectuado en la costa del municipio de Alcanar (Montsià, Baix Ebre, Tarragona) por un aficionado al submarinismo que los entregó a las autoridades locales en 2004. Las piezas se depositaron en la sede de Girona del Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya (CASC). Los técnicos de dicha institución dependiente de la Generalitat de Catalunya, efectuaron posteriormente dos prospecciones

sistemáticas de la zona donde supuestamente se encontraron, pero no consiguieron identificar ningún pecio con el cual poder relacionarlos¹. Dos de los lingotes presentan unas medidas parecidas, mientras que el tercero tiende a una forma más esférica, con menor diámetro pero mayor grosor, alejándose formalmente del concepto de lingote plano-convexo. En cuanto al peso, los tres son similares a los lingotes de Fonte Velha, sin llegar a alcanzar 1,5 kg.

Inventario	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Grosor (mm)	Peso (g)
19633	132	124	23	1410
19634	132	122	22	1236
19588	106	94	53	1308

Tabla 3. Medidas de los lingotes de Alcanar III.

102

Los lingotes de Alcanar III se han incluido en este apartado del Bronce Final debido a las similitudes formales con piezas de ese horizonte pero, al ser hallazgos casuales, no se pueden fechar con seguridad.

FRAGMENTOS DE LINGOTE EN POBLADOS

Como ya hemos señalado, no es fácil identificar fragmentos de lingotes. Si se conserva parte del borde, con tendencia circular, y la sección tiende a ser triangular podemos asimilarlos a lingotes plano-convexos. En otros casos es el grosor y la superficie irregular, a veces con porosidades, lo que nos indica que podría tratarse de un fragmento de lingote, diferenciándose de los acabados más regulares que observamos en las piezas metálicas. En general, las fracturas de estos fragmentos no suelen presentar evidencias de corte. Un elemento de confirmación y apoyo suele ser la composición del metal, ya que se trata de cobres sin alear, aunque como veremos este no es un criterio totalmente válido ya que pueden existir lingotes de bronce o de cobre plomado.

1.- Sant Martí d'Empúries (L'Escala, Girona):

Los fragmentos que citaremos proceden de los niveles arqueológicos correspondientes al hábitat indígena de la primera Edad del Hierro que precede a la instalación griega de la Palaiapolis de Emporion.

En las excavaciones realizadas en 1994 en la Plaza Mayor del núcleo de Sant Martí (sector 5000) se identificaron diversos fragmentos, en general pequeños, como correspondientes posiblemente a lingotes, aunque carecemos de datos analíticos. De la primera fase de ocupación del poblado (fase IIa, segunda mitad del siglo VII AC) uno de los nódulos identificados (UE-5442-17) "presenta petites formacions escoriàcies, restes de terracuita adherida i empremtes de matèria orgànica, cosa que indica que es tractaria de metall en brut, produït in situ" (Castanyer *et al.*, 1999, 122). Otros fragmentos de lingotes provienen ya de niveles de la segunda fase del poblado (fase IIb, finales del siglo VII-primer cuarto del siglo VI AC: UE 5293-7, 5297-5, 5400-7 y 5413-58), con una cierta homogeneidad en sus

medidas y un peso máximo de 37,8 gr (Castanyer *et al.*, 1999, 178).

En las excavaciones de 1998 en un solar de la C/ del Corral del núcleo urbano actual (sector 9000) se reconocieron también una docena de fragmentos de lingotes en niveles de la ocupación de la primera edad del hierro (fase II) y de abandono de sus estructuras (fase IIIa1): UE 9501-84, 9518-28, 9766-1, 9929-3, 9872-10. Los resultados de esta excavación están aún inéditos (Aquilué *et al.*, 2004). Algunos de estos fragmentos tienen un tamaño ya un poco mayor. Así el fragmento 98-SM-9872-10/1 pesa 167,2 g y otros dos se sitúan

en la cincuentena de gramos (Tabla 4).

Contamos con el análisis de composición de cuatro de estos fragmentos de lingote y hemos estudiado más detalladamente algunos de ellos (Fig. 4). El fragmento 98-SM-9766-1 corresponde a una zona muy próxima al borde ya que el grosor es claramente mayor en la zona interna (de 12 mm pasa a 18 mm) con la cara exterior convexa y la interior plana. El segundo nódulo, 98-SM-9929-3, es más regular y rectangular. El fragmento más pesado, sin embargo, procede de uno de los niveles de la fase de abandono del poblado (98-SM-9872-10/1), con un grosor máximo de 26 mm.

Inventario	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Grosor (mm)	Peso (g)
94-SM-5442-17	38	22	21	48,2
94-SM-5293-7	33	20	15	37,9
94-SM-5413-58	36	33	12	31,5
94-SM-5297-5	30	20	13	12,9
94-SM-5400-7	32	13	9	8,8
94-SM-9872-10/1	53	38	26	167,2
98-SM-9872-10/2	42	34	17	41
98-SM-9872-10/3	32	24	14	33,7
98-SM-9872-10/4	18	13	12	7,9
98-SM-9872-10/5	17	16	10	5
98-SM-9929-3	33,5	27,4	18,5	54,4
98-SM-9766-1	31,7	26,6	12/18	50,0
98-SM-9518-28/1	31	20	20	24,4
98-SM-9518-28/2	32	19	17	19,3
98-SM-9518-28/3	27	19	12	18
98-SM-9518-28/4	20	17	12	10

Tabla 4. Datos morfométricos de fragmentos de lingote de Sant Martí d'Empúries.

Los fragmentos analizados son todos de cobre sin alear, si bien algunos fragmentos metálicos amorfos de los mismos niveles presentan una aleación de bronce o bronce plomado.

2.- Can Roqueta (Sabadell, Barcelona):

Se han identificado 4 fragmentos en diversos yacimientos de este paraje. En todos los casos

aparecen en el relleno de fosas y recortes del terreno. El primero en publicarse es un pequeño fragmento de Can Roqueta - Sector DIASA (CR-116-3-5/análisis PA7243) (Carlús *et al.*, 1999, 172-174, lám.XXXV.22) (Fig. 5.1). Apareció en los niveles de relleno de la estructura 116, fechados en la primera Edad del Hierro (s. VII-VI AC). En la publicación no consta su peso. El fragmento del yacimiento Can Roqueta II (CRII-288-1-61/PA12518) procede de un contexto similar, aunque

fechado de manera más imprecisa entre el Bronce Final y la primera Edad del Hierro (Rovira Hortalá, 2007, 122, fig. 115). Tampoco se pesó. Los dos fragmentos descubiertos más recientemente en el núcleo de Can Roqueta-Can Revella proceden del relleno de otras dos fosas fechadas en la primera Edad del Hierro (s. VII-VI AC). Las medidas señalan una cierta heterogeneidad, especialmente en el grosor que oscila entre 10 mm y 23 mm.

Inventario	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Grosor (mm)	Peso (g)
CR-116-3-5	22	21	10	
CRII-288-1-61	34	34	23	
CR/CRV-45-5-112	34	20	13	23,6
CR/CRV-94-2-30	36	17	11	26,6

Tabla 5. Medidas de fragmentos de lingote de Can Roqueta.

104

El yacimiento ha proporcionado también algunos restos de fundición de coladas de bronce pertenecientes a los niveles de la I Edad del Hierro, así como una tobera. Sin embargo no hay restos de minerales, como en la fase del Bronce Final.

3.- Sant Jaume Mas d'en Serrà (Alcanar, Tarragona):

En este yacimiento, fechado entre mediados del s. VII AC y finales del primer tercio del s. VI AC, se han identificado 5 fragmentos de lingote de perfil plano-convexo, aunque en la publicación (García i Rubert *et al.*, 2007) donde se presenta el estudio de la composición de los metales del yacimiento no se ofrecen detalles sobre tamaño y peso.

4.- Tossal Redó (Calaceite, Teruel):

Gómez Ramos (1993) menciona la presencia de una torta de fundición de cobre y el fragmento de otra a partir de información personal de la Dra. Lucas Pellicer, sin datos de medidas y pesos.

5.- Cerro de la Cruz (Cortes de Navarra, Navarra):

Maluquer (1958, 127-128) (Fig. 5.2-3) describe la aparición de dos fragmentos de lingotes plano-convexos o tortas de fundición, en niveles antiguos del yacimiento y asociados a una estructura de horno de difícil interpretación. Aporta algunas medidas y pesos; del primer fragmento de 982 g estima un diámetro de 18 cm (peso total estimado 5 kg); el segundo fragmento pesaba 855 g y tenía un diámetro estimado de 11 cm (peso total estimado 1710 g). El metal según análisis de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca indica que es bronce. En el yacimiento aparecen restos de moldes en sus distintas fases pero no se ha identificado mineral de cobre.

6.- Kutzkumendi (Olarizu, Vitoria):

Maluquer (1958, 127-128) recoge también las medidas de dos fragmentos de lingote de este yacimiento que paraleliza con el de Cortes de Navarra. Un fragmento de torta plano-convexo de 465 g y diámetro estimado de 14 cm (peso

total estimado 1.550 g). Un segundo fragmento más pequeño solo pesaba 51 g. El metal según análisis de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca indica que es bronce.

7.- *Tossal del Mortorum (Cabanès, Castellón).*

Entre los materiales metálicos recuperados en las excavaciones de este poblado del Hierro Antiguo realizadas por el Servicio de Arqueología de la Diputación de Castellón (Aguilella *et al.*, 2004-05) se ha identificado un posible fragmento de lingote de sección plano-convexa con las siguientes dimensiones: 29,7x28,8x14,5 mm peso 40.94 g (Fig. 5.4).

También se ha documentado un resto de fundición de bronce, pero no hay evidencias de actividades relacionadas con la reducción de minerales.

8.- *La Fonteta (Guardamar del Segura, Alicante).*

Entre los numerosos restos arqueometalúrgicos recuperados en este yacimiento (Renzi, 2007; Renzi y Rovira, 2007) se han identificado solo dos fragmentos de lingotes de perfil plano-convexo (Fig. 5.5-6) El fragmento F1408 se asigna a la fase VI del yacimiento (primera mitad del siglo VI AC) mientras que el fragmento F31243 pertenece a la fase III (primera mitad siglo VII AC).

Inventario	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Grosor (mm)	Peso (g)
F1408	25	20	10	25,2
F31243	25	15	7	19,0

Tabla 6. Medidas de fragmentos de lingote de La Fonteta.

También se ha identificado un fragmento de lingote-hacha (Renzi, 2010) sobre cuya valoración no vamos a entrar en este trabajo, aunque sí se realizarán comentarios en las conclusiones.

9.- *Morro de Mezquitilla (Algarrobo, Málaga).*

De las excavaciones realizadas en los años 80 por el Instituto Arqueológico Alemán se analizaron en el Proyecto de Arqueometalurgia dos fragmentos de lingote (análisis inéditos), uno de ellos conserva la zona del borde. No contamos con información sobre medidas y pesos.

10.- *La Rebanadilla (Málaga).*

En las excavaciones se han documentado varios restos de fundición de cobre y un fragmento de lingote plano-convexo en la UE2114. Conserva parte del borde exterior con medidas de 30x25 mm y un espesor que oscila desde 8,8 mm hasta 15,5

mm en la zona de fractura; pesa 44,6 g (Fig. 5.7). En el yacimiento también se han documentado escorias de reducción de mineral de cobre y goterones de fundiciónⁱⁱ.

11.- *Calle del Puerto 10 (Huelva):*

Entre los materiales estudiados dentro del Proyecto de Arqueometalurgia de la Península Ibérica de este yacimiento (análisis inéditos) excavado por Juan Pedro Garrido se encontraba un fragmento de lingote plano-convexo con grosor de 11 mm. En la misma zona aparecieron restos de otras actividades metalúrgicas relacionadas con la copelación de plata. Entre los materiales documentados en Huelva por González de Canales *et al.* (2004) existen muchos relacionados con actividad metalúrgica (toberas, crisoles, escorias...), pero no se identifica ningún fragmento de lingote de cobre.

12.- *El Carambolo (Camas, Sevilla):*

Entre los materiales recuperados en las intervenciones realizadas entre el 2002 y 2006 se menciona un posible fragmento de lingote de cobre (Hunt *et al.*, e.p.), pero la parte conservada no permitía un diagnóstico claro. Aunque apareció en niveles del siglo XX, los autores señalan que ese estrato contenía materiales prehistóricos por remoción de niveles previos. Sus características y composición hacen pensar que el fragmento es antiguo, sin que sea posible precisar su contexto.

La publicación no recoge datos específicos sobre dimensiones y peso de este fragmento, aunque se describen otros elementos relacionados con la producción metalúrgica como escorias de cobre, toberas, crisoles y restos de fundición de la fase orientalizante del yacimiento.

13.- *El Palomar (Oliva de Mérida, Badajoz).*

Entre los materiales estudiados se encuentran dos posibles fragmentos de lingote. El primero de ellos publicado por Rovira *et al.* (2005), posiblemente es un resto metálico con forma irregular, medidas de 50x2x9 mm y peso de 45 g, y no se ajusta a la morfología de lingotes plano-convexos, ya que en sección no sufre engrosamiento. Además su composición de bronce ternario indicaría que no se trata de materia prima en bruto. El segundo fragmento (Jiménez Ávila, 2004) (Fig. 5.8), de cobre sin alear, sí podría corresponderse con un lingote, aunque destaca por su pequeño tamaño (27x18x12 mm y 15 g). El yacimiento proporcionó restos vinculados con la actividad de fundición y producción de metal, pero no de reducción de mineral.

14.- *El Risco (Sierra de Fuentes, Cáceres):*

En la publicación sobre los metales extremeños (Gómez *et al.*, 1998) se mencionan cinco fragmentos de lingote procedentes de El Risco, de su fase del Bronce Final. En nuestra base de datos consta que el fragmento PA6024 pesaba 520 g. También se documentaron fragmentos o gotas de fundición de metal ya aleado, pero no se mencionan escorias ni restos relacionados con la reducción de mineral.

15.- *Lamela (Silleda, Pontevedra):*

García Alén (1968) describe el hallazgo de un lingote de cobre con forma trapezoidal irregular con unas medidas de 17 cm de longitud, 15 y 9 cm en las bases y 6 cm de grosor. Su peso es de 4.975 g. Formalmente se diferencia del tipo plano-convexo. El contexto de aparición, y por tanto su cronología, es confuso, ya que apareció en la misma zona que dos brazaletes de oro, pero en momentos distintos.

ANÁLISIS ELEMENTAL DE LOS LINGOTES

En la Tabla 7 se recoge la composición de los lingotes. La realización de los análisis a lo largo del tiempo implica la utilización de diferentes equipos, aunque en todos ellos la técnica empleada ha sido la espectrometría por fluorescencia de rayos X en dispersión de energía. En los análisis que se identifican con un número inferior a PA10000 se empleó el espectrómetro KeveX mod. 7000 con fuente de Am241. En los análisis con sigla inferior a PA15000 se utilizó el espectrómetro METOREX, también con fuente de Am241. Finalmente los análisis con sigla superior a PA20000 han sido efectuados con un espectrómetro Kemia con tubo de rayos X.

Análisis	Yacimiento	Inventario	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Pb	Bi
PA5648	Aljubs	ALJ-01-15	0,1	0,11	99,1	nd	0,34	0,044	nd	0,05	0,29	--
PA5651	Aljubs	ALJ-01-19	0,54	nd	95,4	nd	0,22	0,131	nd	0,058	3,61	--
PA5649	Aljubs	ALJ-01-16	tr	nd	84,0	nd	nd	0,052	nd	0,058	15,9	--

Análisis	Yacimiento	Inventario	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Pb	Bi
PA5650	Aljubs	ALJ-01-18	0,22	nd	99,1	nd	0,18	0,042	0,15	0,043	0,3	--
PA5646	Aljubs	ALJ-01-8	0,18	nd	97,3	nd	0,58	0,064	nd	0,048	1,77	--
PA5647	Aljubs	ALJ-01-12	0,26	tr	94,2	nd	4,96	0,347	nd	0,108	0,15	--
PA5652	Aljubs	ALJ-01-33	0,16	tr	99,7	nd	tr	0,027	0,01	0,029	0,11	--
PA6244	C/Puerto, 10	Cuadr. 1-2C	0,42	0,14	99,1	nd	nd	0,09	0,02	0,144	0,12	--
PA7243	Can Roqueta	E116-5	0,54	0,19	99,3	nd	nd	0,006	nd	nd	nd	--
PA12518	Can Roqueta	CRII-288-1-68	nd	nd	99,8	nd	nd	0,018	nd	nd	0,2	nd
PA14134	Can Roqueta Can Revell	CR/CRV-45- 5-112	0,13	nd	98,4	nd	0,51	0,005	0,19	0,117	0,61	nd
PA14133	Can Roqueta Can Revell	CR/CRV-94- 2-30	0,18	nd	26,1	nd	nd	0,201	nd	0,078	73,4	nd
PA10381	El Carambolo	227-1	0,08	nd	99,7	nd	0,04	0,068	0,03	0,047	0,5	nd
PA11342	El Palomar	POM98-953-6	0,07	nd	99,7	nd	0,08	0,022	0,09	0,016	0,01	nd
PA11342	El Risco	43	0,17	nd	99,7	nd	nd	0,005	0,06	0,006	nd	--
PA6024	El Risco	40	0,16	0,13	98,8	nd	0,26	0,012	0,17	0,043	0,37	--
PA6078	El Risco	43	0,2	nd	99,7	nd	nd	0,013	0,06	0,01	nd	--
PA6077	El Risco	43	0,09	nd	99,7	nd	nd	0,088	nd	0,032	0,13	--
PA6075	El Risco	43	0,12	nd	99,5	nd	nd	0,008	0,09	0,006	nd	--
PA5242	Es Banyul	57	2,51	nd	97,4	nd	nd	0,01	0,02	0,01	nd	--
PA5243	Es Banyul	56	0,73	nd	98,6	nd	0,53	0,025	0,05	0,014	nd	--
PA12130	La Fonteta	F1408	0,23	nd	97,8	nd	nd	0,15	nd	0,013	1,81	nd
PA14146	La Rebanadilla	UE2114	0,17	nd	92,9	nd	0,79	1,01	nd	4,74	0,32	nd
AA1344B	La Sabina	1493	7,14	0,14	92,1	nd	nd	0,032	0,04	0,091	0,26	nd
AA1344A	La Sabina	1493	0,06	0,03	98,6	nd	nd	0,027	tr	0,084	tr	nd
PA7331	Morro de Mezquitilla	MO82/2025/2a	2	--	97,6	nd	nd	0,038	0,03	0,004	0,36	--
PA7382	Morro de Mezquitilla	MO82/2376/1a	1,33	nd	98,6	nd	nd	0,037	0,02	0,013	nd	--
PA11650	Sant Jaume Mas d'en Serrà		0,12	0,12	70,2	nd	nd	0,054	0,21	0,093	29,2	nd
PA11652	Sant Jaume Mas d'en Serrà		0,08	0,03	37,5	nd	nd	0,047	0,19	0,058	62,1	nd
PA11473	Sant Jaume Mas d'en Serrà	SJ01-1022-161	0,4	0,03	89,7	nd	1,95	0,559	0,47	1,427	5,49	nd
PA11661	Sant Jaume Mas d'en Serrà	A12-3001	0,25	nd	99	nd	nd	0,074	0,04	nd	0,64	nd

Análisis	Yacimiento	Inventario	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Pb	Bi
PA11227	Sant Jaume-Mas Serra	UE1006, UH3,47	0,23	0,21	68,4	nd	0,51	0,014	0,19	0,055	30,4	nd
PA10502B	Sant Martí d'Empúries	98-SM-9872-10/1	0,38	nd	99,6	nd	0,03	0,012	nd	0,012	0,01	nd
PA10503	Sant Martí d'Empúries	98-SM-9501-84	2,05	0,03	97,2	nd	0,5	0,055	0,07	0,019	0,1	nd
PA20015	Sant Martí d'Empúries	98-SM-9929-3	0,18	nd	99,6	nd	nd	nd	nd	nd	0,2	nd
PA20014	Sant Martí d'Empúries	98-SM-9766-1	0,35	nd	99,4	nd	det	nd	nd	nd	nd	0,22
PA11225	Sant Jaume Mas d'en Serrà	UE1006, Hab3,48	0,16	nd	37,5	nd	nd	0,049	0,17	0,083	62,0	nd
AA1329	Son Mercer de Baix		0,06	0,03	98,0	0,1	0,12	0,058	0,05	0,081	0,52	nd
PA13687	Tossal del Mortorum	TM06-7101-2	0,1	nd	86,5	nd	nd	0,007	0,03	0,356	13,1	nd

Tabla 7. Análisis ED-XRF de lingotes de cobre realizados en el Proyecto Arqueometalurgia de la Península Ibérica. Valores expresados en % en peso (nd = no detectado; -- = elemento no buscado).

Los lingotes de Alcanar III han sido analizados mediante ICP-MS en los laboratorios de Arqueometalurgia del Deutsches Bergbau Museum de Bochum (Alemania)ⁱⁱⁱ a partir de una muestra de viruta extraída mediante taladro.

Análisis	Inventario	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Pb	Bi	S
4426-10	19633	2,25	0,002	72,8	0,004	0,04	0,006	0,10	0,004	0,02	0,020	1,86
4427-10	19634	0,00	0,004	71,0	0,006	0,02	0,018	0,04	0,002	0,02	0,003	1,98
4428-10	19588	0,00	0,005	79,5	0,020	0,004	0,016	0,02	0,0005	0,08	0,0005	0,83

Tabla 8. Análisis por ICP-MS de los lingotes de Alcanar III

Los análisis indican que los lingotes son mayoritariamente de cobre sin alear, con baja presencia de otros elementos (el 41% de los análisis llevan menos del 1% de impurezas), aunque encontramos algunas excepciones que requieren un comentario más preciso. La figura 6 presenta la distribución de los contenidos de arsénico, antimonio y plata y se aprecia cómo en la mayoría de los casos predominan valores inferiores al 0,1%. Sólo en contados casos tenemos valores que exceden del 0,5%.

El estaño aparece como impureza en el 64% de los análisis, siendo el valor máximo de un 0,47% en uno de los fragmentos de Sant Jaume Mas d'en Serrà. Las impurezas de estaño son significativamente más elevadas (>0,1%) en aquellos lingotes que llevan plomo en porcentaje superior al 1%. En consecuencia no podemos hablar de la existencia de lingotes de bronce. Los fragmentos del Cerro de la Cruz, de Cortes de Navarra y de Kutzkumendi serían las únicas excepciones. Sin embargo tenemos

precedentes de análisis antiguos realizados en la Universidad de Valladolid de materiales de la tumba campaniforme de Fuente Olmedo que identificaban el metal como bronce, cuando el nuevo análisis realizado en el Proyecto de Arqueometalurgia de la Península Ibérica señala que son objetos de cobre. Esta misma situación se ha dado en algunos lingotes de Serra Ilixi en Cerdeña (Begemann *et al.*, 2001, nota 5): los análisis antiguos indicaban valores de 12% Sn y los nuevos apenas presentan indicios de estaño. Tampoco conocemos ningún lingote de bronce en la Prehistoria mediterránea o europea. Los casos mejor documentados -como los pecios de Cabo Gelidonya, Uluburun, Rochelongue (siglo VII AC) o el más reciente descubrimiento de Salcombe en Devon (Inglaterra) datado en el Bronce Final (siglos IX-X AC)- contienen lingotes de cobre y estaño por separado. Los lingotes *nurágicos* de Cerdeña (piel de buey y plano-convexos) son todos de cobre, salvo un fragmento de bronce (11% Sn) de Ittiri (Sassari). Sobre este fragmento los autores mantienen sus dudas de que pueda ser un lingote primario (Begemann *et al.*, 2001, 51). De momento debemos dejar en cuarentena esos análisis antiguos y señalar la ausencia de lingotes de metal ya aleado con estaño, aunque no es totalmente descartable su existencia.

En cuanto al plomo, si encontramos fragmentos con una aleación de cobre plomado. Contamos con once ejemplares en los que el contenido de plomo supera el 1%, pero destacan especialmente siete de ellos con más del 10% Pb y se distribuyen en el área Mediterránea: Can Roqueta, Sant Jaume Mas d'en Serrà, Tossal del Mortorum y Aljubs, siendo especialmente frecuentes en Sant Jaume Mas d'en Serrà.

La frecuencia de estos lingotes de cobre plomado no parece ser una excepción y concentran su presencia en una cronología del los siglos VII y VI AC, momento de la eclosión de la metalurgia de bronce plomado, especialmente en el NW peninsular, aunque también se identifican en menor medida en yacimientos fenicios como La Fonteta y Morro de Mezquitilla. En relación con este tipo de metal plomado hay que mencionar la existencia de los lingotes-hacha concentrados

en la costa alicantina. Algunos de ellos son también aleación de cobre plomado, aunque hay lingotes que son de plomo y de bronce plomado y comparten la misma cronología que los fragmentos plano-convexos. Sin embargo, en los lingotes-hacha el peso es considerablemente menor (ninguno alcanza los 200 g) y parecen tener un carácter de consumo y distribución a escala regional vinculados a producción de taller (Renzi, 2010).

Entre los lingotes de cobre destaca el fragmento de La Rebanadilla por su elevado contenido en impurezas. Presenta un contenido inusualmente alto de antimonio (4,74%) y plata (1%), además de arsénico (0,79%) y plomo (0,32%). Hemos tenido la oportunidad de poder hacer un estudio más detallado a través de microscopía electrónica de barrido en los laboratorios (Microlab) del CCHS-CSIC^{iv}.

El fragmento de lingote está compuesto por una matriz de cobre con algo de antimonio (Tabla 9, PA14146-1); entre los granos que constituyen la matriz se han formado unas zonas claras de cobre con antimonio, plata y arsénico (Fig. 7a; Tabla 9, PA14146-2). En este material intersticial se han detectado unos segregados (blancos en la Fig. 7b) de plata con antimonio (Tabla 9, PA14146-3). En la Figura 7a se aprecia también la presencia de sulfuro de cobre con antimonio (los granos gris oscuros en la imagen; Tabla 9, PA14146-4), y unas inclusiones redondas blanquecinas en las que se han acumulado elementos de bajo punto de fusión, como plomo, plata y antimonio (PA14146-5).

La composición global de la muestra obtenida por SEM (Tabla 9, PA14146-6) es coherente con el análisis elemental realizado por ED-XRF (Tabla 7).

Otro lingote de composición singular es el fragmento SJ01-1022-161 de Sant Jaume Mas d'en Serrà. Presenta al igual que el de la Rebanadilla un porcentaje elevado de antimonio (1,43%), pero también de arsénico (1,95%) y especialmente de plomo (5,49%). El único lingote de cobre arsenicado (4,96%) es uno de los recuperado en Aljubs (Menorca), y presenta

Análisis	Fase	O	S	Cu	As	Ag	Sb	Pb
PA14146-1	Matriz	nd	nd	97,7	nd	nd	2,26	nd
PA14146-2	Zona intersticial	nd	nd	69,6	1,23	2,55	26,6	nd
PA14146-3	Segregados blancos	nd	nd	17,0	nd	73,13	9,83	nd
PA14146-4	Granos grises	nd	16,26	80,8	nd	nd	2,96	nd
PA14146-5	Inclusiones redondas	14,07	0,42	22,9	nd	nd	50,4	12,2
PA14146-6	Análisis global	nd	1,12	90,1	0,86	0,71	6,75	0,46

Tabla 9- Análisis SEM-EDS de las distintas fases de la muestra PA14146 de La Rebanadilla (Málaga). Valores expresados en % en peso (nd = no detectado).

además valores más altos de lo habitual de plata (0,35%), y antimonio (0,108%)

Por último, las impurezas de hierro son especialmente elevadas en 6 lingotes (La Sabina, Es Banyul, Sant Martí d'Empúries, Alcanar III y los de Morro de Mezquitilla). Esta presencia de hierro debe vincularse con la propia manufactura del lingote de metal sin refinar y con la inclusión de escoria, tal y como se ha detectado en el estudio realizado de los lingotes de Uluburun por Hauptmann *et al.* (2002). También entre los lingotes nurágicos de Cerdeña analizados por Begemann *et al.* (2001) hay 4 casos con porcentajes superiores al 1% Fe.

COMENTARIOS FINALES

El presente trabajo ha pretendido mostrar una realidad poco conocida hasta el momento como es la generalización del uso de lingotes de cobre a partir de la primera mitad del I milenio AC. La distribución geográfica que presentamos de este material (Fig. 8) compensa la visión ofrecida por Gómez Ramos (1993), cuyo mapa concentraba los hallazgos en la mitad NW de la Península. El material nuevo aquí presentado corresponde principalmente al área costera Mediterránea y se vincula a poblados con producción metalúrgica.

Esta presencia de lingotes avala un comercio amplio de la materia prima en bruto, y se constata tanto en yacimientos con registro completo de toda la actividad metalúrgica (La Fonteta, Huelva, La Rebanadilla...), como en otros en los que sólo está

documentada la fase de producción (Sant Martí d'Empúries, Tossal del Mortorum, El Palomar...). No tenemos ningún yacimiento en el que el lingote sea el único elemento productivo, siempre han aparecido con mayor o menor abundancia de restos de fundición, moldes o crisoles.

La variabilidad formal detectada y el carácter mayoritariamente fragmentario de las muestras impide una sistematización morfológica. Los fragmentos medidos no llegan a alcanzar 4 cm en su dimensión mayor. Por los casos conocidos de lingotes completos o los estimados a partir de fragmentos significativos, vemos que la cantidad de metal no supera los 2 kg de peso, salvo el lingote de Quinta do Erdeval, próximo a los 4 kg, o la estimación del fragmento de Cortes de Navarra, en torno a 5 kg, que se acercan a la media de los ejemplares británicos del Bronce Final. Los lingotes del pecio de Rochelongue (Agde, Francia) fechados a finales del siglo VII AC tienen ya un peso medio de 6 kg (Mohen 1992) y los lingotes plano-convexos romanos alcanzan valores entre 12 y 22 kg.

Podemos usar un criterio de escala de la producción y comercialización de metal a partir del tamaño de los lingotes. De este modo los ejemplares menorquines nos señalarían un trabajo metalúrgico en la isla más reducido que el de otras áreas peninsulares.

También el menor tamaño de los lingotes nos lleva a plantear cuál sería el papel de las colonias fenicias en su comercio. En el Mediterráneo

Central y Oriental en un momento anterior han estado circulando lingotes como los llamados piel de buey (ox-hide) con pesos entre 10 y 37 kg, aunque mayoritariamente sobrepasan los 20 kg. Junto a estos también se encuentran lingotes plano-convexos, en el caso de Uluburum (finales del siglo XIII AC) con pesos entre 3 y 10,5 kg (media de 6,2 kg) y diámetros de 20-25 cm (Pulak, 2000), aunque se considera que el peso original debió ser algo mayor al verse afectados por la corrosión marina. Sus dimensiones son claramente mayores que los ejemplares conocidos en la Península.

Las comunidades que habitan la Península Ibérica son receptoras y consumidoras de lingotes de cobre porque los identificamos en su registro material. Probablemente el control sobre la materia prima mineral estaría en manos de las poblaciones locales que explotaban las minas, pero no conocemos cómo son los mecanismos de producción y circulación de los lingotes. Es cierto que no podemos identificar el tamaño original de los fragmentos recuperados en los poblados, pero el lingote de La Sabina (Formentera) o los de Alcanar III, todos ellos en torno a 1,5 kg, pueden servirnos de referencia sobre el tamaño de lingote que circulaba en la zona mediterránea. Sus medidas no responden a los parámetros previos conocidos en el Mediterráneo Oriental lo que podría sugerir que funcionan en un circuito comercial local o regional adaptado a la tecnología imperante. El pecio de Rochelongue (Agde, Francia) (Hughes 1965), por la cronología de su materiales (transición siglo VII-VI AC) podría estar marcando un cambio en el proceso de comercialización, al alcanzar los lingotes un tamaño próximo a las medidas mencionadas de los lingotes plano-convexos de Uluburum (en torno a 6 kg). Las pautas

comerciales y tecnológicas en la producción de lingotes de cobre estarían a partir de ese momento normalizadas en toda el área Mediterránea. El fragmento de lingote plano-convexo encontrado en Ampurias, identificado como metal procedente de Chipre (Montero Ruiz *et al.*, 2008, 300 y 312; Rafel *et al.*, 2010), nos estaría confirmando esa generalización del comercio de metales.

Ni siquiera en la cuestión del tipo de materia prima acumulada podemos establecer una pauta fija ya que, aunque no hay constancia de lingotes de cobre aleado con estaño (bronce), sí existe una presencia de lingotes de cobre plomado que podría tener relación con la aparición de las aleaciones de bronce plomado en el periodo bajo estudio. De hecho, una escoria del yacimiento de Sant Jaume Mas d'en Serrà, donde hemos identificado lingotes de cobre plomado, muestra que se manufacturó bronce plomado a partir de un cobre plomado metálico al que se le añadió casiterita (mineral en forma de óxido de estaño) (Rovira, 2007, 31).

También es interesante resaltar cómo esta presencia generalizada de lingotes de cobre puede vincularse con la forma de realizar la aleación de bronce. Los estudios de Rovira (2007) indican que el bronce hasta la Edad del Hierro se obtenía habitualmente co-reduciendo mineral de cobre y mineral de estaño. Sólo a partir de la transición Bronce Final-Hierro (siglos VIII-VII AC) se detecta la aleación de cobre metálico con mineral de estaño y también de cobre y estaño metálico. La mayoría de los fragmentos de lingote aquí presentados se encuadran precisamente en esta cronología.



NOTAS:

1. Comunicación personal de X. Nieto, director del CASC.
2. Queremos agradecer a Vicente M. Sánchez y Lorenzo Galindo de Arqueostudio, directores de las excavaciones de La Rebanadilla, la posibilidad de estudiar los materiales del yacimiento y publicar estos datos.
3. Agradecemos al Dr. Michael Bode las facilidades ofrecidas para el análisis de estos materiales.
4. Se ha utilizado un microscopio electrónico de barrido de presión variable Hitachi 3400N-II equipado con una microsonda EDS Bruker Quantax 200.

AGRADECIMIENTOS:

Este estudio se ha realizado en el marco de los proyectos (HUM2007-65725-C03-02) "Tecnología y procedencia: plomo y plata en el I milenio AC", (HUM2007-65725-C03-03) "Emporion y el comercio y explotación de la plata en el extremo NE peninsular durante la época prerromana", y Programa Consolidar-Ingenio 2010 (CSD2007-00058): "Technologies for the conservation and valorisation of Cultural Heritage". Agradecemos a todos aquellos investigadores y arqueólogos que han confiado el estudio de sus materiales al Proyecto de Arqueometalurgia de la Península Ibérica a lo largo de sus 27 años de existencia.

112

BIBLIOGRAFÍA:

- AGUILELLA, G., MIRALLES, J.L. y ARQUER, N. (2004-2005): "Tossal del Mortórum (Cabanès, Castellón): un posible asentamiento minero con materiales fenicios de los siglos VII-VI aC.". *Quaderns de prehistòria i arqueologia de Castelló*, 24, 111-150.
- AQUILUÉ, X., CASTANYER, P., SANTOS, M. y TREMOLEDA, J. (2004): "*Deu anys d'arqueologia a l'entorn d'Empúries. Actuacions efectuades entre 1993 i 2002*". Monografies Emporitanes, 12, Barcelona.
- BEGEMANN, F., SCHMITT-STRECKER, S., PERNICKA, E. y LO SCHIAVO, F. (2001): "Chemical Composition and Lead Isotopy of Copper and Bronze from Nuragic Sardinia". *European Journal of Archaeology*, 4, 43-85.
- CARLÚS, X., FRANCÉS, J., MARTÍN, A. y MONTERO, I. (1999): "La producció metal·lúrgica". En P. González Marcén, A. Martín y R. Mora (coord.): *Can Roqueta. Un establiment pagès prehistòric i medieval (Sabadell, Vallès Occidental)*. Excavacions Arqueològiques a Catalunya, 16. Generalitat de Catalunya. Barcelona, 169-176.
- CARTAILHAC, E. (1892): *Monuments Primitifs des îles Baléares*, Toulouse.
- CASTANYER, P., ESTEBA, Q., PONS, E., SANTOS, M., TREMOLEDA, J. (1999): "L'assentament indígena de la primera Edat del Ferro". En X. Aquilué (dir.): *Intervencions arqueològiques a Sant Martí d'Empúries (1994-1996). De l'assentament precolonial a l'Empúries actual*. Monografies Emporitanes, 9. Girona, 103-215.
- COMENDADOR, B. y BETTENCOURT, A.M.S. (e.p.): "Novos dados sobre a primeira metalurgia de bronze no noroeste peninsular: os contributos da bacia do Leça". *I Jornadas*

- Arqueológicas da Bacia do Rio Leça. Matosinhos (Portugal), October, 27, 2007.*
- DELIBES DE CASTRO, G. y FERNÁNDEZ MIRANDA, M. (1988): *Armas y utensilios de bronce en la Prehistoria de las Islas Baleares*. Studia Archaeologica, 78, Valladolid.
 - GARCÍA ALÉN, A. (1968): Los brazaletes de Lamela (Silleda). *El Museo de Pontevedra*, 22, 33-35.
 - GARCIA I RUBERT, D., GRACIA ALONSO, F., MONTERO RUIZ, I., MORENO MARTÍNEZ, I. y ROVIRA HORTALÀ, M.C. (2007): "Estudio de composición mediante ED-XRF de materiales metálicos del asentamiento protohistórico de Sant Jaume Mas d'en Serrà (Alcanar, Montsià, Tarragona)". En J. Molera, J. Farjas, P. Roura y T. Pradell (eds.): *Avances en Arqueometría 2005. Actas del VI Congreso Ibérico de Arqueometría*. Girona, 145-152.
 - GONZÁLEZ DE CANALES, F., LLOMPART, J. y SERRANO, L. (2004): *El emporio fenicio precolonial de Huelva, ca. 900-770 a.C.*, Biblioteca Nueva, Madrid.
 - GÓMEZ RAMOS, P. (1993): "Tipología de lingotes de metal y su hallazgo en los depósitos del Bronce Final de la Península Ibérica". *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid*, 20, 73-105.
 - GÓMEZ, P., MONTERO, I. y ROVIRA, S. (1998): "Metalurgia protohistórica extremeña en el marco del suroeste peninsular". En A. Rodríguez Díaz (coord.): *Extremadura Protohistórica: Paleoambiente, Economía y Poblamiento*. Universidad de Extremadura. Cáceres, 97-117.
 - GUTIÉRREZ NEIRA, P.C., ZUCCHIATTI, A., MONTERO-RUIZ, I., VILAÇA, R., BOTTAINI, C., GENER, M. y CLIMENT-FONT, A. (e.p.): "Late Bronze Age Hoard studied by PIXE". *ECAART-10 (Athens, 13-17/9/2010). Beam Interactions with Materials and Atoms Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section B*.
 - HAUPTMANN, A.; MADDIN, R. y PRANGE, M. (2002): "On the structure and composition of copper and tin ingots excavated from the shipwreck of Uluburun". *Bulletin of the American Schools of Oriental Research*, 328, 1-30.
 - HUGHES, C. (1965): La découverte sous-marine de Rochelongue, Agde (Hérault). *Comptes-rendus des séances de l'Académie des inscriptions et belles-lettres*, 109 : 176-178.
 - HUNT, M.A., MONTERO RUIZ, I., ROVIRA LLORENS, S., FERNÁNDEZ FLORES, A. y RODRÍGUEZ AZOGUE, A. (e.p.): Estudio arqueométrico del registro de carácter metálico y metalúrgico de las campañas 2002-2005 en el yacimiento de "El Carambolo (Camas, Sevilla)".
 - MALUQUER DE MOTES, J. (1958): *El yacimiento Hallstático de Cortes de Navarra. Estudio crítico II. Excavaciones en Navarra VI*. Diputación Foral de Navarra, Institución Príncipe de Viana. Pamplona.
 - MOHEN, J.P. (1992): *Metalurgia prehistórica: introducción a la paleometalurgia*. Masson, Barcelona.
 - MONTERO RUIZ, I., GORNES HACHERO, J.S., de NICOLAS MASCARÓ, J. y GUAL CERDÓ, J. (2005): "Aproximación a la metalurgia prehistórica de Menorca entre el 2000 y el 650 cal AC". *Mayurqa*, 30, 289-306.
 - MONTERO RUIZ, I., GENER, M., HUNT, M., RENZI, M. y ROVIRA, S. (2008): "Caracterización analítica de la producción metalúrgica protohistórica de plata en Cataluña". *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 18, 292-316.
 - PULAK, C. (2000a): "The Copper and Tin Ingots from the Late Bronze Age Shipwreck at Uluburun". *Der Anschnitt*, 13, 137-57.
 - PULAK, C. (2000b): "The Balance Weights from the Late Bronze Age Shipwreck at Uluburun". En C.F.E. Pare (ed.): *Metals Make*



the World Go Round: The Supply and Circulation of Metals in Bronze Age Europe. Proceedings of a Conference held at the University of Birmingham in June 1997. Oxford, 247-66.

- RAFEL, N., MONTERO-RUIZ, I., CASTANYER, P., AQUILUÉ, X., ARMADA, X-L., BELARTE, M.C., FAIRÉN, S., GASULL, P., GENER, M., GRAELLS, R., HUNT, M., MARTIN, A., MATA, J., MORELL, M., PÉREZ, A., PONS, E., RENZI, M., ROVIRA, M.C., ROVIRA, S., SANTOS, M., TREMOLEDA, J. y VILLALBA, P. (2010): "New approaches on the archaic trade in the north-eastern iberian peninsula: exploitation and circulation of lead and silver". *Oxford Journal of Archaeology*, 29.2, 175-202.
- RENZI, M. (2010): "La producción de "lingotes-hacha" en el Levante peninsular: nueva valoración a partir de los materiales de La Fonteta (Guardamar del Segura, Alicante)". *Revista de Arqueología de Ponent*, 20, 127-143.
- ROVIRAHORTALÀ, M.C. (2007): "Produccions metal·lúrgiques". En *Cabanes, sitges i tombes. El paratge de Can Roqueta (Sabadell, Vallès*

Occidental) del 1300 al 500 a.C. Quaderns d'Arqueologia, 4, Museu d'Història de Sabadell. Sabadell, 122-126.

- ROVIRA LLORENS, S. (2007): "La producción de bronce en la Prehistoria". *Avances en Arqueometría 2005. Actas del VI Congreso Ibérico de Arqueometría* (Girona 2005). Girona, 21-35.
- ROVIRA, S., MONTERO, I., ORTEGA, J. y JIMÉNEZ ÁVILA, J. (2005): "Bronce y trabajo del bronce en el poblado orientalizante de 'El Palomar' (Oliva de Mérida, Badajoz)". En S. Celestino y J. Jiménez Ávila (eds.): *El Periodo Orientalizante. Actas del III Simposio Internacional de Arqueología de Mérida: Protohistoria del Mediterráneo Occidental*. Anejos de Archivo Español de Arqueología, XXXV, vol. II, 1231-1240.
- URBINA, D. y GARCÍA VUELTA, O. (2009): "Las Lunas, Yuncler (Toledo). Un depósito de materiales metálicos del Bronce Final en la Submeseta Sur de la Península Ibérica". *Trabajos de Prehistoria*, 67.1, 175-196.



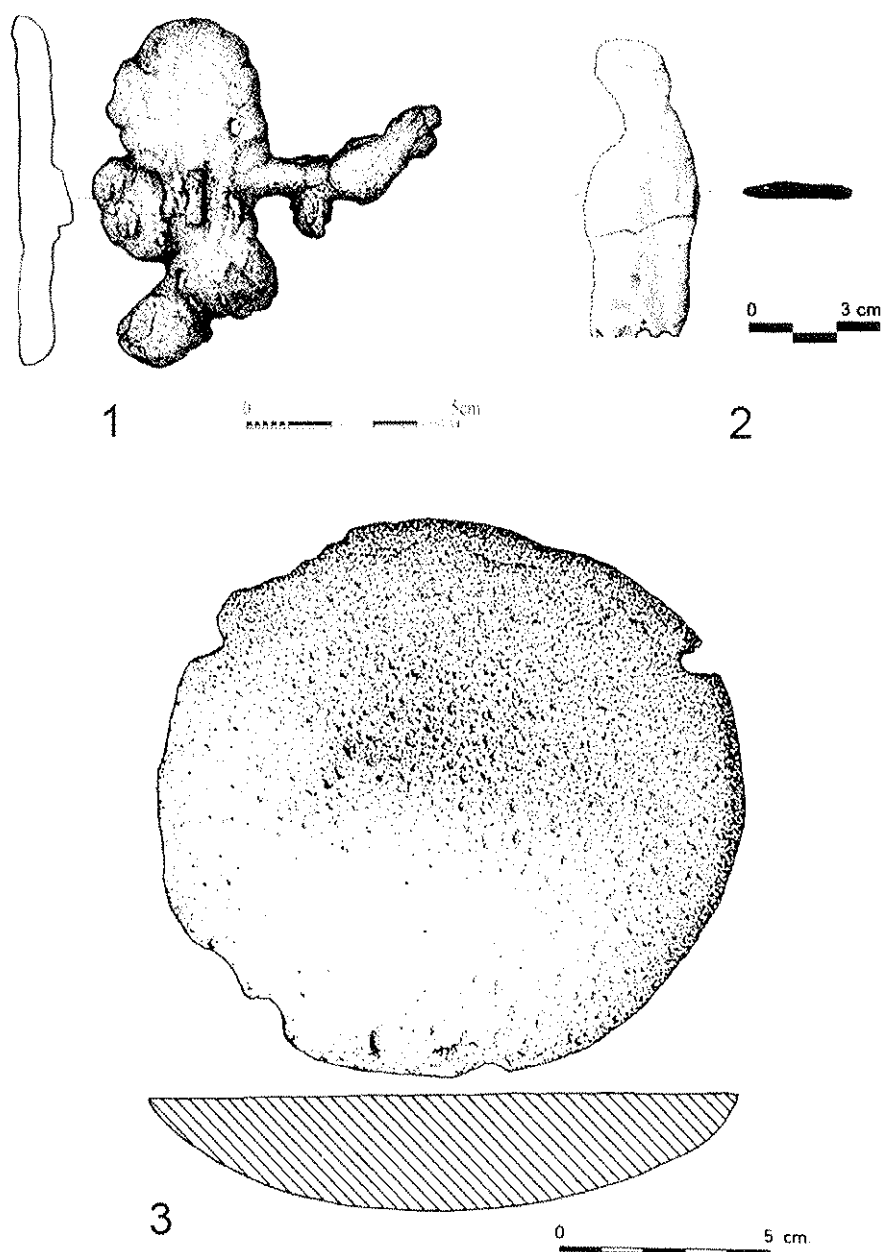


Figura 1.- 1. Masa metálica de Las Lunas, Yuncler (Toledo), según Urbina y García Vuelta (2010); 2. Masa metálica de Freixanda (Ourense, Portugal), según Vilaça (2007); 3. Lingote de La Sabina (Formentera), según Delibes y Fernández-Miranda (1988).

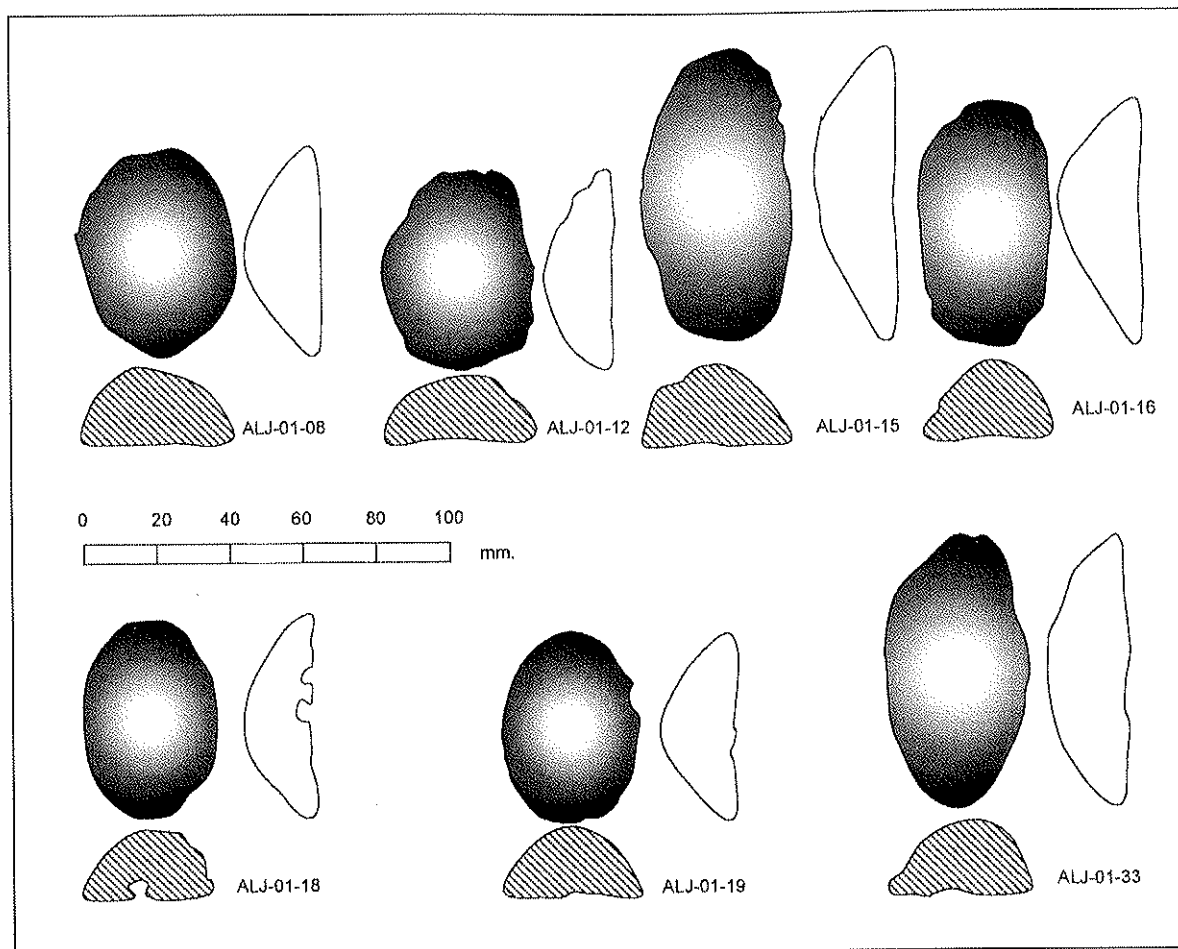


Figura 2.- Lingotes de cobre y cobre plomado de Aljubs (Menorca), según Montero Ruiz et al. (2005).



Figura 3.- Lingotes de cobre Alcanar III (Tarragona).

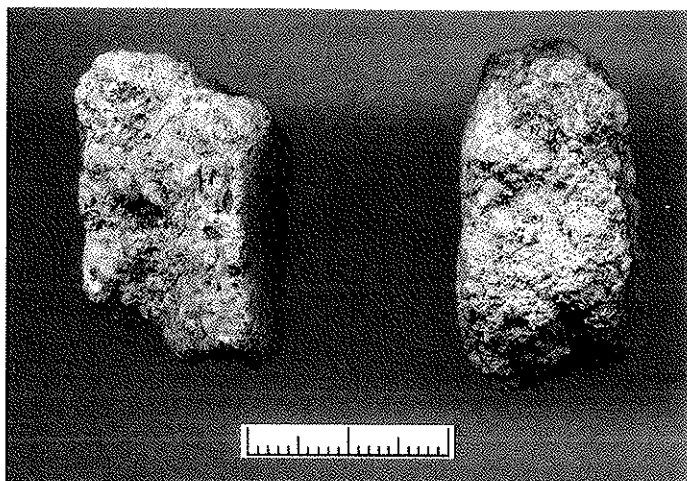


Figura 4.- Fragmentos de lingotes de cobre 98-SM-9766-1 y 98-SM-9929-3 de Sant Martí d'Empúries (L'Escala, Girona).

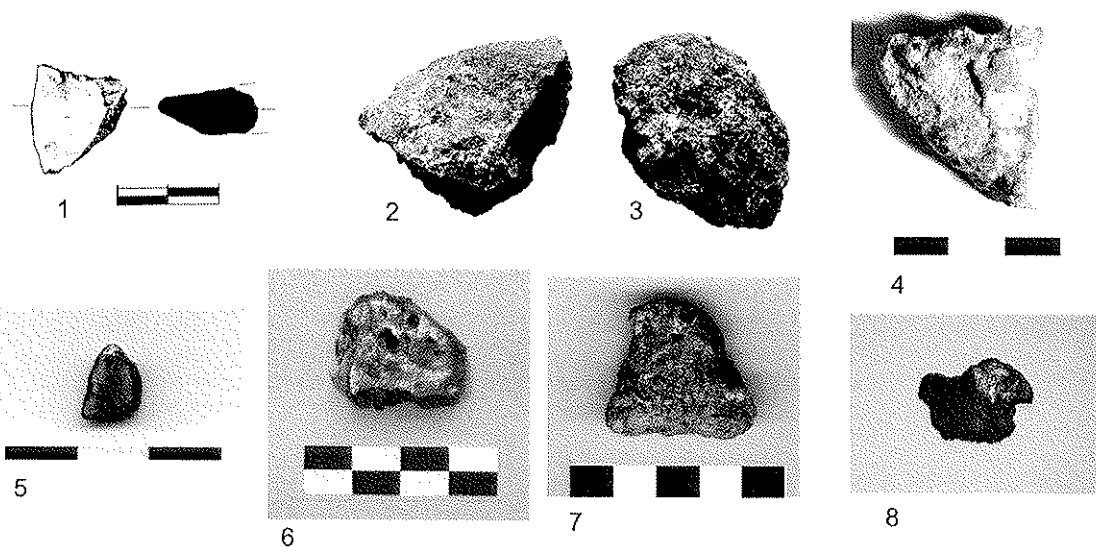
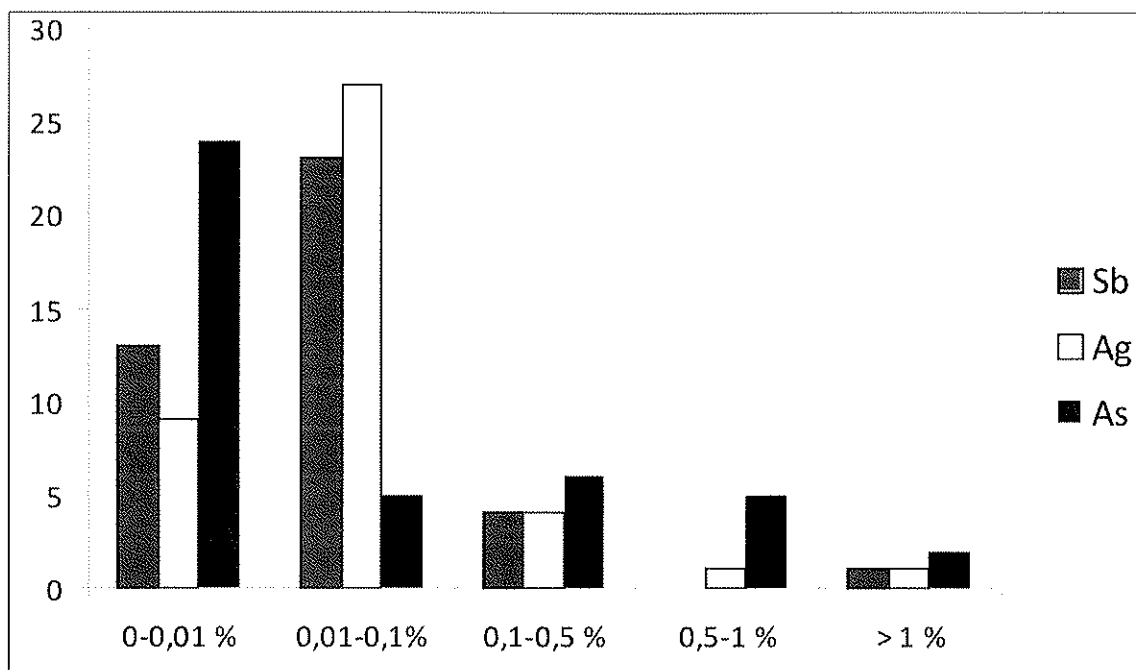


Figura 5.- 1. Fragmento de lingote CR-116-3-5 de Can Roqueta (Sabadell, Barcelona), según Carlus et al (1999); 2 y 3. Fragmentos de lingote de Cerro de la Cruz (Cortes de Navarra, Navarra), según Maluquer (1958); 4. Fragmento de lingote de Tossal de Mortorum (Cabanès, Castellón) (foto Gustau Aguilera); 5 y 6. Fragmentos de lingote F1408 y F31243 de La Fonteta (Guardamar de Segura, Alicante); 7. Fragmento de lingote de La Rebanadilla (Málaga); 8. Fragmento de lingote de El Palomar (Oliva de Mérida, Badajoz), según Jiménez Ávila (2004).



118

Figura 6.- Distribución de impurezas de plata, antimonio y arsénico en los lingotes de la Península Ibérica.

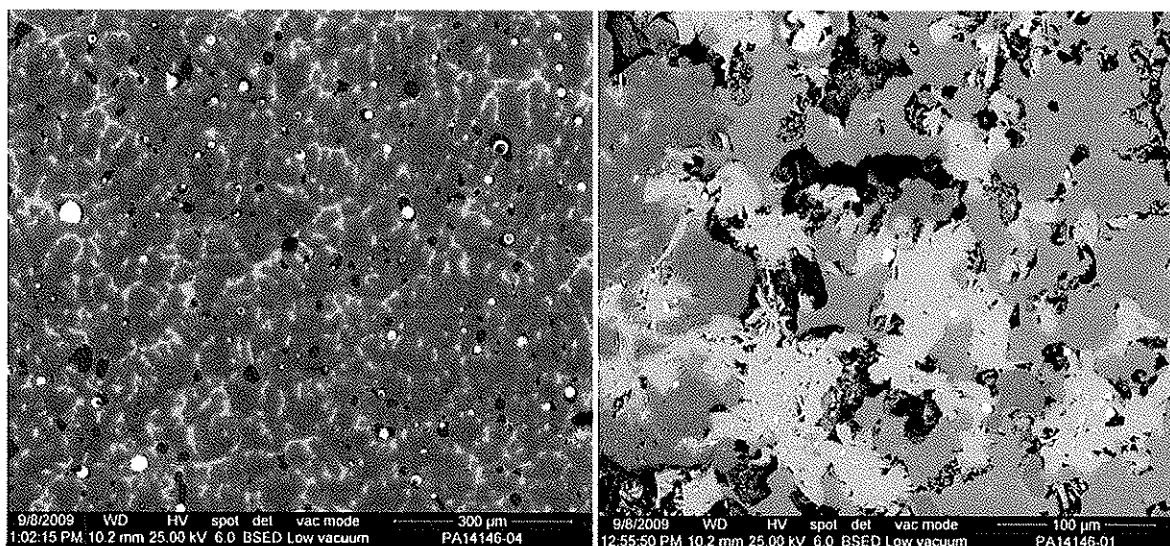


Figura 7.- Microestructura de la muestra PA14146 de La Rebanadilla: a) Matriz; b) Material intersticial.

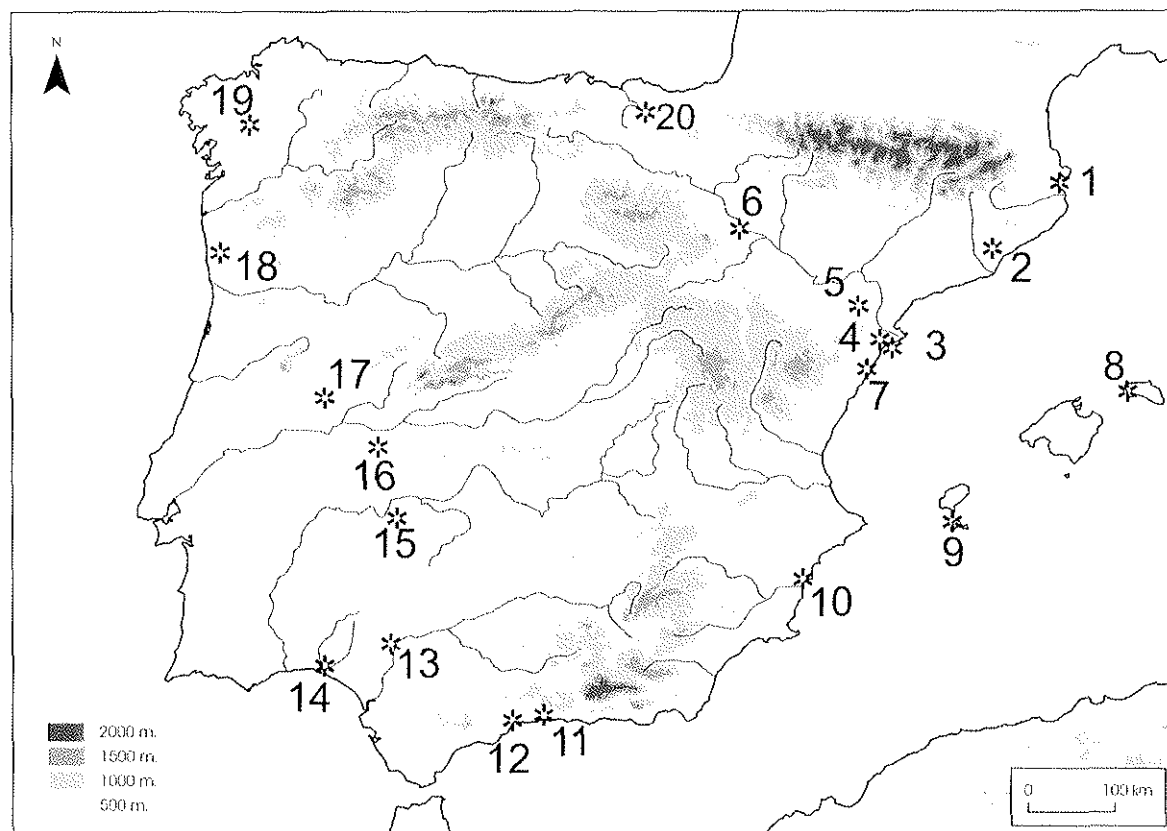


Figura 8.- Localización geográfica de los yacimientos con lingotes de cobre mencionados en el texto: 1. Sant Martí d'Empuries, 2. Can Roqueta, 3. Alcanar III, 4. Sant Jaume, 5. Tossal Redò, 6. Cerro de la Cruz, 7. Tossal del Mortorum, 8. Aljubs, 9. La Sabina, 10. La Fonteta, 11. La Rebanadilla, 12.-Morro de Mezquitilla, 13. El Carambolo, 14. Huelva, 15. El Palomar, 16. El Risco, 17. Quinta do Erdeval, 18. Quinta da Fonte Velha, 19. Lamela, 20. Kutzkumendi.